BAND 7.

FOR
EFERENCE ONLY

535.33
KAY.

Astro-Physics
IMPERIAL COLL G OF SCIENCE and TECHNOLOGY, 24 JAN. 1929 LIBRARY.
IMPERIAL COLLEGE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY. PHYSICS LIBRARY.

LUFT.

Literatur.

[24] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im roten Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118, IIa p. 511—524 (1909).

[25] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirke der Funkenspektren. Wien. Ber. 118, IIa p. 1077—1100 (1909).

[26] L. Ciechowski, Die Absorptionsspektren einiger verflüssigter Gase im Ultraviolett. Dissert. Freiburg i. Schweiz 1910, 85 pp. Absorption.

[27] J. M. Eder und E. Valenta, Atlas typischer Spektren. Wien 1911.

[28] Gordon S. Fulcher, The production of light by cathode rays. Astroph. J. 34 p. 388—396 (1911).

[29] G. J. Elias, Anormale magnetische Drehungsdispersion und selektive Absorption. Ann. d. Phys. (4) 35 p. 299—346 (1911). Absorption.

[30] G. A. Hemsalech, Sur le spectre de lignes de l'air donné par l'étincelle de self-induction. C. R. 152 p. 1007—1009 (1911).

[31] G. A. Hemsalech, Sur le spectre de l'air donné par la décharge initiale de l'étincelle de self-induction. C. R. 152 p. 1471—1474 (1911).

[32] M. Aretz, Über den langwelligen Teil des Kupferfunken- und Kupferbogen-Spektrums. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. 9 p. 236—296 (1911).

[33] F. L. Wagner, Das ultraviolette Funkenspektrum der Luft. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 69—89 (1911).

[34] F. J. Kasper, Messungen am Silberspektrum. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 53—62 (1912).

[35] O. Schulemann, Das Funkenspektrum des Indiums. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. 10 p. 263—280 (1912).

[36] Sir W. N. Hartley, and H. W. Moss, On the ultimate lines, and the quantities of the elements producing these lines, in spectra of the oxyhydrogen flame and spark. Proc. Roy. Soc. A 87 p. 38—48 (1912).

[37] F. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. Band I. Leipzig und Wien bei Deutike. 1912, p. 2—3.

[38] H. Schippers, Messungen am Antimonspektrum. Dissert. Bonn 1912. Zs. f. wiss. Photogr. 11 p. 235—253 (1912).

[39] J. Scharbach, Über die Goldsteinsche Methode zur Darstellung der „Grundspektra" und über die Spektra der Luft, des Stickstoffs und Sauerstoffs in Geißlerröhren. Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 145—206 (1913).

[40] G. S. Fulcher, Spectra of low potential discharges in air and hydrogen. Physik. Zs. 13 p. 1137—1142 (1912); Astrophys. J. 37 p. 60—71 (1913).

[41] R. W. Lawson, The spectra of high-frequency discharge in Geissler tubes. Phil. Mag. (6) 26 p. 966—981 (1913).

[42] A. Nacken, Über Messungen im Magnesiumspektrum nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 54—64 (1912).

[43] R. Grünter, Das Bogen- und Funkenspektrum von Aluminium in I. A. Dissert. Bonn 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 1—19 (1914).

[44] F. Klein, Das Bogen- und Funkenspektrum von Blei in I. A. Dissert. Bonn 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 16—30 (1912).

[45] O. Holtz, Messungen im Bogen- und Funkenspektrum des Calciums nach den internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1913. Zs. f. wiss. Photogr. 12 p. 101—122 (1913).
[46] K. Hasbach, Das Bogen- und Funkenspektrum des Kupfers nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1914. Zs. f. wiss. Photogr. 13 p. 399—430 (1914).
[47] J. Frings, Das Bogen- und Funkenspektrum des Silbers nach internationalen Normalen. Dissert. Bonn 1914. Zs. f. wiss. Photogr. 15 p. 165—182 (1915).
[48] P. W. Merrill, Note on the air lines in spark spectra from λ 5927 to λ 8719. Astrophys. J. 51 p. 236—243 (1920).
[49] P. W. Merrill, F. L. Hopper, Clyde R. Keith, Identification of air lines in spark spectra from λ 5927 to λ 8683. Astrophys. J. 54 p. 76—77 (1921).

Das Spektrum, welches man bei allen Untersuchungen von Metallfunkenspektren in Luft als lästige Beigabe erhält, das Funkenspektrum der Luft, ist im letzten Jahrzehnt in vielen Abhandlungen mehr oder weniger eingehend untersucht worden. Wenn die Angaben auch dadurch erheblich zuverlässiger geworden sind, so ist doch noch immer die Unsicherheit sehr groß. Erstens schwanken wegen der großen Unschärfe der Linien, — sie erreichen mehr als 10 A.E. Breite, — die Wellenlängen sehr stark, so daß im allgemeinen nur die Zehntel gesichert erscheinen, bei manchen Linien aber nicht einmal 5 Zehntel. Schlimmer aber ist, daß bei sehr vielen Linien die Zugehörigkeit zur Luft unsicher ist. Es scheint, daß je nach dem benutzten Metall die Intensitäten der Linien stark variieren. So erhält z. B. eine Liniengruppe zwischen 4699 und 4638 die Intensitätsbezeichnungen: Eder und Valenta [25]: 5, 4, 8, 2, 2, 6; 5, 3, 2; Exner und Haschek [36]: 2, 2, 2, 1, 2, 5, 5, 3, 2; Schulemann [34]: 4, 3, 5, 1, 2, 6, 6, 3, 6; Frings [47]: 2, 2, 3, 0, 1, 4, 3, 3, 2. Charakteristisch sind auch die Angaben von Wagner [33], welcher Funken zwischen Elektroden aus Cu, Ag, Al vergleicht. — Fast jeder Beobachter führt einige Linien ganz allein an; wenn ungefähr an der Stelle eine Linie von O, N oder A liegt, so ist man aus diesem Grunde nie berechtigt, die Linie für eine Metalllinie zu erklären, sondern es ist immer möglich, daß es sich wirklich um eine Luftlinie handelt. Auch ein Vergleich mit den — übrigens auch noch sehr unvollkommenen — Tabellen für O und N führt nicht zum Ziel. Es zeigt sich, daß die im Geißlerrohr, also bei kleinem Druck erhaltenen Intensitäten vielfach ganz andere sind, so daß manche sehr starke Linien des Geißlerrohres von keinem einzigen Beobachter des Luftfunkens gesehen worden sind. Daß auch die Wellenlängen schlecht übereinstimmen, ist vorauszusehen; die Verbreiterungen sind ja meist unsymmetrisch und zwar stärker nach Rot, so daß die Luftfunkenlinien meist größere Wellenlänge haben; in gleichem Sinne wirkt Druckverschiebung. Man vergleiche z. B. die Tabelle bei Merrill [48]. Ein letzter Grund für die Unsicherheit ist der, daß die Elektroden manchmal ganz unerwartete Verunreinigungen besitzen, deren Linien dann wegen der Ungenauigkeit der Wellenlängenbestimmung nicht mit Sicherheit erkannt werden können.

So hinterläßt die ganze Tabelle ein unangenehmes Gefühl der Unsicherheit, wenn auch die Mehrzahl der Linien gesichert ist. Für die nun aufzustellende Tabelle sind die Angaben von Eder und Valenta [24, 25], von Exner und Haschek [36], und von Frost und Adams [21] aus dem Rowlandschen System in das internationale umgerechnet nach der Korrektionstabelle in Bd. VI p. 891. Die Unsicherheit der Korrektur spielt bei der Ungenauigkeit der Messungen keine Rolle. Alle übrigen Angaben sind direkt in J. A. gemacht. — Eder und Valenta [27, p. 85] geben eine vollständige Tabelle der Luftlinien, größtenteils nach fremden Beobachtungen; allein sie nehmen darin auch Beobachtungen in Geißlerröhren auf. Das scheint mir unberechtigt. In der Tat enthält ihre Tabelle viele Linien, die von keinem einzigen Beobachter im Funkenspektrum bei Atmosphärendruck beobachtet worden sind, also zu streichen sind.

In der folgenden Tabelle sind nicht alle Messungen aufgeführt; Schippers [38], Grünter [43], Klein [44], Holtz [45], Hasbach [46] haben nur einzelne wenige Linien gemessen. Dagegen habe ich die Zahlen von Frost und Adams [21], die im Band V nicht aufgeführt waren, hinzugenommen, da sie besonders zuverlässig scheinen. — Der chemische Ursprung ist hinzugefügt, soweit er von den Autoren angegeben wird. — Ich habe in der Tabelle auch Mittelwerte angegeben, die unter kritischer Berücksichtigung der Beobachtungen ausgerechnet sind.

Für längere Wellenlängen als A 6610 liegen nur Messungen von Merrill [48, 49] vor; sie seien vorausgeschickt.

	Intensität	Ursprung
8719.2	00	N
8712.00	0	N
8703.8	00	N
8692	00	
8686.41	0	N
8683.70	1	N
8680.63	2	N
8630.02	0	
8594	00	
8446.84	5	O
8242.80	4	N
8230.20	0	O
8223.48	4	N
8216.72	7	N
8211.12	2	N

	Intensität	Ursprung
8200.72	1	N
8188.42	4	N
8185.26	4	N
7952.3	2	O
7951.10	3	O
7947.83	4	O
7775.60	6	O
7774.33	7	O
7772.07	10	O
7635.70	1	A
7515.16	0	A
7505.84	0	A
7479	—	O
7468.72	14	N O?
7458.7	0	

	Intensität	Ursprung
7442.70	10	
7432.9	0	
7424.04	8	
7384.53	1	A
7157.36	9	O?
7067.6	0	A
6965.95	1	A
6950	U	
6887.61	1	
6864	00	
6811.9	0	
6721.25	1	
6654.78	2	
6640.7	0	

	Eder u. Valenta	Exner u. Haschek	Merrill	Aretz	Kasper	Schulemann	Scharbach	Ursprung	Mittel	
6610	21 9	45 1	39 8	42 1	53 1	58 6		N	6610.4	
6563	2.74 10	—	5 12	03 1	18 1	76 3		H	6563.2	
6482	0.8 10	07 2	05 7	01 2	34 1	04 5		N	6482.0	
56	—	—	—	—	—	—		O	6456	
6379	0.43 1	—	52 3	—	9.— 0	94 2		N	6379.3	
70	3	5 1	92 0	—	—	—		?	70.7	
58	—	—	13 0	—	—	—		N	58.1	
41	—	—	5	—	—	—		N	41.5	
6284	—	—	22 1	—	—	40 1		N	6284.3	
6171	0.3 1	5 1	0 3	—	—	—		O	6171.0	
60	—	—	72 1	—	—	—		?	60.7	
58	—	—	—	—	—	—		O	58.0	
5952	40 2	4 1	33 4	53 4	—	68 2		N	5952.4	
41	39 10	7 10	54 11	83 2	1.— 3	86 6		N	41.6	
40	12 2	5 2	—	83 0	31 1	—		N	40.5	
31	59 10	83 5	78 7	96 2	80 2	2.08 5		N	31.8	
27	75 5	83 3	83 5	95 1	8.— 0	8.06 3		N	27.8	
5767	44 2	38 1		—	7.— 0	74 2		N	5767.4	
47	27 4	25 1		63 0	7.— 0	76 1		N	47.5	
30	62 2	5 1		—	0.— 0	88 2		N	30.6	
10	59 2	67 2		78 2	79 1	73 5		N	10.7	
5686	18 1/2	18 5		26 2	20 1	26 5		N	5686.2	1)
79	44 10	48 20		52 5	50 3	48 7	9. 4	N	79.5	
75	95 3	93 5		98 2	6.01 1	95 6	6. 1	N	75.9	
66	53 5	56 10		67 4	58? 2	55 7	7. 2	N	66.6	
45	65 1	—		—	6? 1	4.86 7	—	N	45.6	
5592	—	—		—	2.— 0	58 1	—	O	5592.3	
66	—	3 1		—	—	5.44 1	—	N	66	
52	00 3	1.85 1		—	2. 0	17 3	—	N	52.0	
43	47 3	—		—	3. 0	34 2	—	N	43.4	
35	25 6	18 2		51 1	5. 0	18 5	—	N	35.2	
30	11 4	08 2		—	0. 0	45 4	—	N	30.2	
26	17 2	11 1		—	5. 0	45 2	—	N	26.2	
5495	72 4	69 2		6.21 0	7 1	80 3	—	N	5495.7	
80	10 3	07 1		—	9.64 1	25 1	—	N	80.1	
78	10 2	—		—	—	—	—	N	78.1	
62	61 1	—		—	—	3.08 1	—	N	62.8	
54	17 4	20 1		—	—	3.74 1	—	N	54.1	
52	08 2	17 1		—	—	—	—	N	52.1	
32	—	14 1		—	—	—	—	N?	32.1	2)
11	50 2	—		—	—	—	—	N	11.5	
5356	45 1/2	—		—	—	—	—	N	5356.4	3)
51	19 2	—		—	—	—	—	N	51.2	
41	21 1	—		—	—	—	—	N	41.2	
38	73 1	—		—	—	—	—	N	38.7	
28	59 1/2	—		—	—	—	—	N	28.6	
25	06 1/2	—		—	—	—	—	O	25.1	
20	57 2	—		—	—	—	83 2	N	20.5	

1) Scharbach gibt noch 5697.58 (1), 5633.30 (9).
2) Diese Linie findet auch Hasbach: 5432.24 (1).
3) Kasper gibt noch 5400.9 (1).

	Eder u. Valenta	Exner u. Haschek	Aretz	Kasper	Schulemann	Scharbach	Frings	Ursprung	Mittel
5305	—	—	—	—	—	03 1		?	—
5281	73 1	—	—	—	—	—		N	5281.7
63	—	—	—	—	—	65 4		?	—
50	—	6 1	—	—	—	—		N?	50.6
06	55 1	—	—	—	—	—		O	06.5
5190	50 2	—	—	1.— 0	—	—		N	5190.6
85	07 2	—	—	—	—	—		N	85.1
83	21 1	—	—	—	—	—		O	83.2
79	43 1	46 1	60 2	9. 0	44 2	—		N	79.4
75	94 4	89 1	—	—	83? 1	—		N	75.9
73	46 2	—	40 1	—	—	—		N	73.4
71	56 2	—	—	—	2.94 1	—		N	72
60	07 1	—	—	—	—	—		O	60.1
50	—	—	—	—	—	40 2			50.8
43	57 1/2	—	—	—	—	—		O	43.6
36	—	—	—	—	—	10 1			36.1
5073	48 1	—	—	—	—	—		N	5073.5
61	85 1	—	—	—	—	—		N	61.8
45	08 3	10 2	13 3	03 1	19 5	—		N	45.1
32	—	—	—	—	—	26 1			32.3
25	65 5	6 1	75 1	—	96 2	—		N	25.7
23	01 2	—	—	—	2.83 1	—		N	22.9
16	36 2	3 1	61 2	—	54 1	—		N	16.4
13	—	—	—	—	—	94 1			13.9
10	64 3	61 1	58 1	—	71 4	—		N	10.6
07	47 5	32 2	34 4		50 5	—		N	07.4
05	09 10	12 3	18 4	2 0	24 7	19 1		N	05.2
01	49 10	36 3	42 5	44 0	38 7	42 1		N	01.4
4994	44 4	42 1	38 4	—	35 4	—		N	4994.4
91	48 1	2 1	17 2	—	42 1	—		N	91.3
87	39 1	40 1	32 3	—	43 2	—		N	87.4
64	76 1	—	—	—	—	—		N	64.8
55	79 1	4.3 2	4.83 2	—	—	—		O	55
43	06 3	2.98 3	04 1	—	12 1	—		O	43.0
42	5 2	—	—	—	—	—		N	42.5
41	0.99 2	10 1	03 1	—	—	—		N	41.0
34	90 1	—	71 2	—	—	—		N	34.8
24	66 3	63 1	38 2	—	82 1	—		O	24.6
06	86 1	87 1	85 2	—	—	—		O	06.8
4895	24 1	35 1	39 3	—	92? 1	—		N	4895.3
90	94 1	—	—	—	—	—		O	90.9
79	64 1	7 1	75 3	—	—	—		N	79.7
71	63 1	—	—	—	—	—		O	—
60	14 1	—	54 1	—	—	—		N	60.3
56	75 1	—	85 1	—	—	—		O	56.8
47	—	67 1	73 1	—	—	—		N?	47.7
10	24 1	20 1	44 2	—	39 2	—		N	10.3
05	82 1	90 1	6.05 2	—	6.13 2	—	92 1	N	05.9
03	35 5	15 5	38 5	3. 0	39 6	35 1	24 3	N	03.3
4793	74 1	72 2	80 3	—	59 2	—	—	N	4793.7
88	21 4	12 3	20 4	8. 0	28 5	—	18 1	N	88.2
81	—	24 1	—	—	—	—	—	N?	81.2

	Eder u. Valenta	Exner u. Haschek	Aretz	Kasper	Schulemann	Scharbach	Frings	Nacken	Frost u. Adams	Ursprung	Mittel
4779	78 3	77 2	71 1	8 0	88 2	—	0.04 1			N	4779.8
74	15 1	2 1	—	—	27 1	—	—			N	74.2
64	5.13 1	72 1	78 2	—	44 1	—	—			N	64.6
51	22 1	2 1	06 1	—	—	—	—			O	51.2
35	—	60 1	69 2	—	89 1	—	—			N	35.7
18	16 2	40 1	49 2	—	38 2	—	37 1			N	18.4
09	87 2	10.1 1	10.31 2	9 0	10.17 2	—	—			O	10.1
05	34 3	39 2	43 2	34 0	40 5	47 1	35 3	55		O	05.4
05	02 1	22 1	—	—	—	—	—	—		N	05.1
03	—	—		2.9 1	28 1	—	—	—		O	03.1
4699	09 5	15 2		20 1	22 4	14 1	24 2	43		O	4699.2
97	—	57 1		—	—	—	—	—		N?	97.6
76	13 4	16 2		24 1	19 3	19 1	20 2	42		O	76.2
74	96 1	9 1		—	—	—	—	5.18		N	74.9
61	57 8	58 2		63 1	55 5	65 1	61 3	53	56	O	61.6
54	57 2	60 1		—	41 1	—	—	—	—	N	54.5
50	78 2	82 2		82 1	81 2	—	79 1	83	76	O	50.8
49	10 6	08 5		9.— 0	07 6	11 3	09 4	10	08	O	49.1
43	09 5	09 5		14 2	08 6	18 3	08 3	11	07	N	43.1
41	74 3	76 3		80 2	78 3	82 1	76 3	80	72	O	41.8
40	—	52 1		—	46 2	—	56 1	59	—	N	40.5
38	67 2	81 2		9 1	90 6	83 1	79 2	79	77	O	38.8
34	—	02 1		—	3.97 7	—	—	2.90	—	N	34.0
30	53 10	55 15		58 1	58 7	56 6	53 6	55	53	N	30.53
21	36 6	39 4		46 1	38 6	43 2	38 3	46	38	N	21.39
13	88 4	87 3		9 2	91 5	83 1	87 2	92	86	N	13.84
09	—	55 1		—	23? 2	—	—	45	—	N	09.4
07	14 5	16 4		18 2	14 7	18 3	10 4	19	14	N	07.14
01	47 5	49 5		—	50 6	51 3	47 4	54	46	N	01.48
4596	12 3	13 3		16 2	11 5	—	11 3	09	12	O	4596.12
90	90 3	95 3		99 1	95 6	—	90 3	—	90	O	90.93
52		47 1		—	70 2	—	—	—	—	N	52.5
44		71 1		—	5.08 2	—	—	—	—	N	44.8
39		91 2		—	—	—	—	—	—	N	29.9
14		78 1		—	85 2	—	—	—	—	N	14.8
07		61 2		62 1	67 3	63 1	57 1	—	—	N	07.62
4477		78 1		—	73 3	—	—	—	—	N	4477.7
69		38 1		—	26 2	—	—	—	—	O	69.4
67		89 2		8.— 0	93 2	—	82 1	—	—	O	67.8
65		37 2		5.— 0	40 3	—	55 1	76	—	O	65.4
60		08 1		—	11 2	—	—	00	—	N	60.1
52		40 2		2. 0	59 3	—	36 1	72	—	O	52.4
47		06 20		09? 1	6.97 7	05 5	—	04	6.99	N	47.04
43		12 1		—	47 2	—	—	—	—	O	43.3
34		2 1		—	—	—	—	3.14	—	N	34.0
32		45 2		2. 0	84 3	—	—	—	—	N	32.4
30		13 1		—	10 1	—	—	24	—	N	30.1

1) Scharbach gibt noch 4746.45 (2), 4744.07 (1), 4734.20 (1), 4479.16 (1).
2) Nacken gibt noch 4667.43, 4628.51.
3) Schulemann gibt noch 4579.32 (2), 4564.97 (2), 4535.50 (2), 4523.57 (2), 4517.42 (2), 4487.36 (2), 4481.87 (2).

	Exner u. Haschek	Kasper	Schulemann	Scharbach	Frings	Nacken	Frost u. Adams	Wagner	Ursprung	Mittel
4425	91 2	—	97 2	85 1	80 1	—	—		N	4425.9
16	97 5	7.— 1	95 5	99 2	97 3	7.02	95		O	16.98
14	90 8	94. 1	79 6	92 3	87 2	5.04	91		O	14.91
01	16 1	—	15 2	—	—	25	—		N	01.2
4395	97 2	6.— 0	6.14 1	—	—	90	—		O	4396.0
92	3 1	—	—	—	—	64	—		N?	92.4
79	58 1	—	58 2	—	—	69	—		N	79.6 — NIII
71	5 1	—	43 2	—	—	—	—		N	71.4
69	31 1	—	24 2	—	—	—	—		O	69.2
66	87 3	90 1	90 5	80 1	86 3	96	84		O	66.87
61	63 1	—	—	—	—	—	—		N	61.6
51	37 3	50 2	37 4	28 1	—	41	33		O	51.3
49	41 6	46 3	41 5	31 6	40 5	45	38		O	49.40
47	98 2	8.31 1	98 2	72 10	92 3	8.06	97		N	48.0
47	42 2	47 1	43 2	—	—	—	46		O	47.44
45	55 3	59 1	55 4	46 1	52 4	58	52		O	45.54
36	85 2	6.— 0	82 4	—	—	99	—		O	36.8
31	94 1	9 0	95 2	—	—	—	—		O	31.9
31	07 1	—	00 2	—	0.97 1	05	—		N	31.04
28	54 1	—	—	—	—	—	—		O	28.5
27	45 1	7.— 0	47 2	—	—	—	—		O	27.5
25	69 1	—	70 2	—	—	—	—		O	25.7
19	62 3	62 1	63 5	57 1	60 3	69	60		O	19.62
17	11 3	13 1	09 5	02 1	11 3	14	11		O	17.11
03	58 1	—	87 1	—	—	—			O	03.7
4275	8 1	—	6.00 2	—	—	—			N	4275.9
66	29 1	—	58 5	—	—	—			N	66.4
53	58 1	—	88 5	—	—	—			O	53.7
41	78 5	9 0	71 4	70 1	78 3	—			N	41.75
36	77 5	7.— 0	73 4	—	—	—			N	36.8
28	40 3	8.— 0	75 3	—	—	—			N	28.6
23	19 1	—	57 2	—	20 1	—			N	23.3
11	3 1	1.— 2	—	—	—	—			N	11.1 1)
06	64 2	—	76 2	—	—	—			N	06.7
4199	0 1	—	67 1	—	—	—			N	4199.3
89	90 8	8.9 0	93 6	82 2	84 3	90			O	89.8 1)
85	56 6	5.— 0	65 5	41 1	48 2	65			O	85.5
76	00 3	—	47 2	—	—	03			N	76.2 1)
69	33 2	39 1	39 1	—	28 1	32			O	69.36 2)
53	40 4	53 1	53 4	35 1	60 2	51			O	53.5 1)
45	88 4	95 1	98 5	85 1	92 3	—		84	N	45.90
43	74 1	86 1	—	—	—	—		75	O	43.7
42	21 1	—	—	—	—	—		19	O	42.2 3)
33	70 2	—	76 2	68 1	—	4.15		68	N	33.70
32	87 2	90 1	92 2	85 1	—	90		89	O	32.88
29	45 1	—	—	—	—	—		56	O	29.5
24	12 2	—	00 2	—	—	24		03	O	24.1

1) Exner und Haschek geben noch folgende Linien: 4282.27 (1), 4222.3 (1), 4196.04 (1), 4179.64 (1), 4170.8 (1), 4156.67 (1), 4152.05 (1).
2) Nacken gibt hier noch 4167.69, Schulemann 4158.08? (2).
3) Wagner gibt noch: 4140.74, 4138.07.

	Exner u. Haschek	Kasper	Schulemann	Scharbach	Frings	Nacken	Wagner	Ursprung	Mittel	
4121	58 2	5 0	86 2	49 1	—	66	60	O	4121.5	
20	47 3	33 1	64 2	38 1	26 3	55	42	O	20.5	
19	13 8	30 2	31 5	26 2	—	39	28	O	19.3	
14	05 1	—	—	—	07 1	—	3.81	O	14.0	
12	11 2	06 1	24 2	—	83 2	05	08	O	12.09	
10	91 2	87 1	82 2	—	02 2	75	87	O	10.84	1)
05	00 5	4.97 1	4.97 2	4.98 1	24 2	03	02	O	05.00	
03	31 3	25 1	45 2	16 1	29 3	48	22	N	03.3	
4097	28 3		03 5	09 1	2.98 1	18	16	N	4097.2	
93	00 3		02 2	2.94 1	—	13	2.94	O	93.00	
89	08 2		—	—	—	—	25	O	89.1	
85	21 3		18 2	—	—	23	18	O	85.20	
78	96 2		9.00 1	91 1	91 4	9.08	89	O	78.9	
75	93 10		94 6	94 3	21 4	94	94	O	75.93	1)
72	25 10		40 5	20 3	95 4	31	28	O	72.25	
69	89 10		93 5	66 3	—	89	88	O	69.90	
63	55 1		2.86? 2	—	—	—	—	N	63.2	
56	3 1		86? 2	—	75 3	83	—	N	57.8	
41	33 5		45 4	14 2	—	39	32	N	41.3	2)
34	92 4		5.19 2	98 1	—	79	5.07	N	34.9	
25	62 3		—	—	—	—	84	N	25.7	
13	9 1		4.15 1	—	—	—	4.18	O	14.0	
3995	11 50		—	07 9	73 2	—	13	N	3995.1	
82	75 2		85 4	75 1	28 5	—	72	O	82.76	
73	29 8		64 7	25 1	47 2	—	30	O	73.30	2)
68	—		—	—	88 2	—	46	A?	68.4	
55	89 6		6.25 5	89 1	40 2	—	95	N	55.9	
54	40 4		—	34 1	—	—	44	O	54.4	
47	40 1		48 3	—	—	—	46	O	47.45	
45	10 3		—	—	—	—	08	O	45.1	
40	05 3		—	—	—	—	55?	N	40.2?	
33	—		—	—	09 3	—	58	?	33.6?	
19	09 10		—	04 3	1.98 2	—	10	N	19.10	
12	05 3		81? 6	12 1	15 1	—	16	O	12.1	2)
09	14 1		—	—	—	—	—	N	09.1	
07	58 1		—	—	—	—	75	O	07.6	
3893	28 1		—	—	24 4	47	—	N	3893.3	
82	32 3		—	45 1	—	36	41	O	82.3	
64	59 1		—	—	—	—	69	O	64.6	
57	0 1		—	—	—	—	6.50	N	58.7	
51	35 1		—	—	—	—	11	O	51.2	1)
50	50 1		—	—	—	—	73	N	50.6	3)
48	03 1		—	—	—	08	02	O	48.04	
45	12 1		—	—	—		—	N	45.1	4)
42	97 1		69 2	—	—		91	N	42.8	

1) Exner und Haschek geben noch folgende Linien: 4116.50 (1), 4081.55 (1), 3863.55 (1), 3861.68 (1).

2) Wagner gibt noch: 4060.88, 3998.67, 3979.55, 3958.67, 3951.18, 3939.65, 3938.83.

3) Scharbach gibt noch: 3866.— (1), 3748.00 (2), 3736.— (1), 3733.48 (1), 3726.07 (1), 3718.95 (1), 3711.59 (1), 3701.69 (1).

4) Hier gibt Nacken: 3846.46, und Grünter (43): 3846.44.

	Exner u. Haschek	Schulemann	Scharbach	Frings	Wagner	Ursprung	Mittel	
3839	15 3	—	8.90 1	—	31	N	3839.1	
30	67 2	—	—	—	73	N	30.7	1) 2)
04	08 1	—	—	—	00	O	04.0	
3770	94 1	1.25 1	—	—	78	N	3770.9	2)
59	85 1	89 2	—	88 5	57	O	59.8	1) 2)
54	67 1	32 2	—	—	64	O	54.5	
49	51 5	51 7	—	—	50	O	49.51	1) 2)
29	26 1	31 2	—	—	31	N	29.3	
27	32 4	35 7	—	32 4	37	O	27.34	2)
12	80 2	86 5	62 1	73 3	77	O	12.7	
09	30 1	—	—	—	18	O	09.2	
07	—	26 2	—	—	25	O	07.3	
02	—	89 2	—	—	98		02.9	2)
3639	—	61 6	—	—	55		3639.6	
09	—	—	—	—	82?		09.8	
3594	45 1	66 2	—	—	73	?	3594.6	
89	0 1	—	—	—	01	?	89.0	2)
77	—	25 2	—	—	21		77.2	
70	—	39 1	—	—	31		70.3	
60	28 1	1.07 1	—	—	40	?	60.6	1)
14	—	67 1	—	—	5.04?		14.8	
3491	—	98 3	—	—	99	?	3491.9	3)
70	93 1	1.49? 3	—	—	1.08	?	71.2	
51	—	28 1	—	—	0.59		50.9	
37	29 3	35 7	44 4	23 5	31	N	37.32	
08	25 1	29 5	42 1	19 1	29	O	08.3	
3390	29 2	35 7	39 1	26 2	24	O	3390.3	
77	19 1	28? 5	—	17 2	20	O	77.2	
74	1 1	15 4	—	3.12 4	3.94	N	74.0	
70	—	90 1	—	—	90?	N	70.9	
67	29 1	29 6	—	—	53?	N	67.3	2)
65	9 1	78 4	—	—	—	N	65.8	
54	06 1	05 5	—	—	14	O	54.08	
44	—	62 1	5.08 2	—	—	?	44.8	
31	75 2	92 5	—	—	93	N	31.8	
29	41 2	65 6	37 2	—	49	N	29.5	
25	0 1	44 2	—	—	4.93	O	25.	
20	66 1	81 3	—	—	86	O	20.7	
18	—	87? 3	—	—	72	?	18.8	
12	—	57 1	—	—	56	O	12.5	
01	—	90 2	9 1	—	87		01.9	
3288	—	60 2	—	—	9.18	?	3288.9	
65	27 1	31? 2	—	—	11	O	3265.2	2)

1) Exner und Haschek geben noch folgende Linien: 3824.08 (1), 3758.26 (1), 3744.2 (1), 3545.08 (1).

2) Wagner gibt noch: 3830.07, 3791.57, 3764.58, 3755.22, 3741.06, 3698.72, 3587.00, 3582.80, 3576.81, 3487.23, 3367.15, 3349.40, 3230.17, 3219.82, 2935.7?, 2873.62?, 2837.96?, 2485.86, 2411.92, 2369.98.

3) Schulemann gibt noch: 3461.57 (1).

	Exner u. Haschek	Schulemann	Scharbach	Frings	Wagner	Ursprung	Mittel	
3158	—	78? 2	—	—	71	?	3158.7	1)
39	32 1	31 3	—	—	05	O	39.3	
35	2 1	36 3	16 1	—	29	O	35.3	
30	—	23 1	—	—	07?		30.1	
3059	—	18 2	10 2	—	17		3059.15	
47	—	6.93? 2	—	—	11?		47.0	
07	30 2	8.30 6	35 1	—	22	O	07.	3)
2927	—	—	44 1	—	4?		2927.5	2)
2858	—	32 1	—	—	36?		2858.3	2)
2795	—	57? 1	45 1	—	—		2795.5	
55	—	85? 1	88 3	—	—		55.9	1)
49	—	8.74? 2	32 2	—	—		49.	
46	—	55? 1	69 1	—	—		46.7	
39	—	84 1	69 1	—	—		39.8	1)
2599	—	52? 1	37 4	—	—		2599.5	4)
14	—	64 1	37 1	—	—		14.5	2)
07	—	35 5	6.93 1	23 4	31		07.2	1)
2445	47 1	—	52 1	—	—	O	2445.5	
33	55 1	—	—	55 2	72	O	33.6	
06	—	—	78 2	—	5.07		06.9	
04	—	87 2	88 2	94 4	—		04.9	
2399	—	53? 1	22 1	—	—		2399.4	
95	—	66 2	60 2	60 6	63		95.62	
82	—	17? 2	02 2		—		82.1	2)
18	63 1	33 1	—		—	O	18.5	1)
2287		8.15 2	58 1			N	2287.9	1)

Scharbach macht auch Versuche im Geißlerrohr bei etwa 5 mm Druck. Das so erzeugte Luftspektrum hat mit dem bei Atmosphärendruck zwischen λ 5700 uud λ 3300 nur 55 Linien gemein, während im Rohrspektrum daneben 109 andere Linien auftreten, im Luftfunkenspektrum 35 Linien.

Die beiden Arbeiten von Fulcher [28, 40] gehören kaum hierher; sie behandeln die Erregung der Stickstoffbanden im Geißlerrohr durch Kanalstrahlen oder langsame Elektronen.

Hemsalech [30], der früher mit Schuster zusammen gefunden hatte, daß Einschaltung von Selbstinduktion die Luftlinien schwächt oder zum Verschwinden bringt, findet nun, daß eine Reihe neuer Luftlinien auftreten, die neben den Stickstoffbanden allein übrig bleiben. Sie sind namentlich stark mit großer Kapazität, mäßiger Selbstinduktion; wird letztere vermehrt, so ver-

1) Scharbach gibt noch: 3282.36 (1), 3160.01 (1), 2767.60 (1), 2753.40 (1), 3747.09 (1), 2743.34 (1), 2727.67 (1), 2598.39 (1), 2558.05 (2), 2525.56 (1), 2516.18 (2), 2502.14 (1), 2493.22 (2), 2478.65 (1), 2465.71 (1), 2444.55 (1), 2388.58 (1), 2371.26 (1), 2343.58 (1), 2267.94 (1), 2262.50 1),

2) Wagner gibt noch: 3230.17, 3219.82, 2935.7?, 2873.62?, 2837.96?, 2485.86, 2411.92, 2369.98.

3) Schulemann gibt noch: 3024.81 (2), 3023.39 (2)?, 3020.90 (1), 3017.78 (2), 2959.72 (1), 2884.08 (1), 2833.10 (2), 2823.99 (2), 2803.18 (1), 2524.20?, 2519.41 (1).

4) Exner und Haschek geben noch: 2522.31 (1), 2418.62 (1).

schwinden auch sie. Hemsalech nennt diese Linien: zweites Linienspektrum der Luft. Es ist namentlich kräftig mit Elektroden von Cu und Ag, schwächer mit Fe. Dieses Spektrum tritt nur in den Oscillationen auf, also in ionisierter Luft, während das gewöhnliche Luftspektrum in der Anfangsentladung, also in nicht ionisierter Luft sichtbar sei. Er gibt für das Spektrum folgende Tabelle:

6727	2	6442	1	5310.0	1	4661.2	1	4151.9	5 N
6656	2	6157	5 O	5293.2	2	4651.6	2	4143.8	3
6648	3	6009	2	5281.7	2 N	4474.6	1 N	4137.8	2 N
6563	10 H	6000	1	4934.7	1 N	4459.4	1 N	3947.6	2 O
6485	5	5356.9	1 N	4914.3	1 N	4368.5	4 O		
6458	3 O	5329.0	2 N	4670.8	3	4356.4	1 N		

In der zweiten Arbeit [31] wird hinzugefügt, daß diese Linien gegenüber den Stickstoffbanden namentlich in längeren Funken dominieren.

Hartley und Moss [36] suchen die charakteristischen Linien in Funkenspektren auf. Mit sehr wenigen Funken treten in der Photographie zuerst die Linien 4035 und 3995 auf, die beide zu N gehören, — aber nur bei einzelnen Metallen, während sie bei andern gänzlich fehlen, auch bei einer größeren Anzahl von Funken.

Die Arbeiten von Ciechowski [26] und Elias [29] behandeln Absorption durch flüssige Luft. Obgleich sie also eigentlich nicht hierher gehören, seien sie erwähnt: Elias sieht Banden bei 5804—5760, 5343, 4776; Ciechowski findet Banden im Ultraviolett, die von O herrühren und besser in reinem verflüssigten O auftreten. Er gibt: 3825—3800, 3625—3600, 3450—3430, 2875 bis 2839, 2809—2777, 2767—2760, 2752—2719, 2700—2670, 2655—2625, 2610 bis 2585, 2571—2546, 2518, 2490.

BLITZSPEKTRUM.

Zu den in Band V gesammelten Angaben ist noch hinzuzufügen, daß Gladstone (On the emission and absorption of rays of light by certain gases. Rep. Brit. Ass. 1861. Not and Abstr. p. 78) meint, das Spektrum sei kontinuierlich, vielleicht sei eine Linie vorhanden. — Grandeau soll in seinem mir nicht zugänglichen Buche: Instruction pratique sur l'analyse spectrale. Paris bei Mallet-Bachelier [1863] angeben, die Linien des Blitzspektrums seien solche von N, H, Na. So wird in einem Referat in Chem. News 9 p. 66 berichtet.

SPEKTRUM DES NORDLICHTS.

Literatur.

[102] L. Vegard, Photographische Aufnahmen des Nordlichtspektrums mit einem Spektrographen von großer Dispersion. Physik. Zs. 14 p. 677—681 (1913).

[103] L. Vegard, Bericht über die neuen Untersuchungen am Nordlicht. Jahrb. d. Radioakt. 14 p. 383—465 (1917).

[104] J. Stark, Das Nordlichtspektrum ein Spektrum positiver Strahlen. Ann. d. Physik. (4) 54 p. 598—614 (1917).

[105] V. M. Slipher, On the general auroral illumination of the sky and the wavelength of the chief aurora line. Astrophys. J. 49 p. 266—275 (1919).

[106] Lord Rayleigh, The aurora line in the spectrum of the night sky. Proc. Roy. Soc. A 100 p. 367—378 (1921).

Slipher [105] mißt die Nordlichtlinie zu 5578.0, wie es scheint, sehr genau. Lord Rayleigh [106] hält die Messung für richtig.

Vegard [102] mißt erst okular die Nordlichtlinie. Bei Anschluß an einige Heliumlinien erhält er als Wellenlänge 5576.9, bei Anschluß an einige Linien des zweiten Wasserstoffspektrums: 5573.7. Er sieht noch zwei Linien bei 5271.5 und 4708.3 und einige schwächere nicht meßbare. In bezug auf die Hauptlinie ist folgendes zu bemerken: er sagt, er habe bei der zweiten Messung die Wasserstofflinien 5536, 5598, 5610 zur Eichung des Spektroskops benutzt. Diese Zahlen stammen von Hasselberg [1883]. Nimmt man die wohl wesentlich zuverlässigeren von Watson [1909], so fehlt bei diesem die erste Linie, die andern lauten 5600.65 und 5612.77; sie sind im Durchschnitt 2 A größer, also würde auch die Nordlichtlinie 5575.7 werden. Vegard macht ferner photographische Aufnahmen, die zwischen einigen Stunden und mehreren Wochen dauern. Die vier Platten ergeben folgendes

Platte 1:	—	—	—	4278.0	—	—	—
2:	—	4707.9	4648.4	4277.95	4234.2	4200.3	3915.2
3:	—	4708.1	4645.1	4278	—	—	—
4:	5571.3	—	—	—	—	—	—
Mittel	5571.3	4708.0	4646.8	4278.0	4234.2	4200.3	3914.6

Die zweite, vierte und letzte Linie sind am stärksten, und sie erscheinen zum Teil nach kürzeren Wellenlängen abschattiert, als Bandenköpfe.

Nun zeigt Stickstoff bekanntlich sogenannte negative Banden (vergl. Bd. V p. 834), deren stärkste nach Violett abschattierte Kanten liegen bei etwa 4708.2; 4651.2; 4278.0; 4236.3; 4200.9; 3914.5.

Es dürfte also nicht der geringste Zweifel bleiben, daß Vegard im wesentlichen diese Banden erhalten hat, daneben die Nordlichtlinie. Diese Überzeugung wird erheblich gestärkt durch die veröffentlichten Photographien des Nordlichtspektrums und daneben der negativen Banden. Die Dispersion betrug in der Gegend von 4800 etwa 10 A.E. pro mm; Vegard schätzt den möglichen Fehler bei den stärkeren Linien auf höchstens 0.5 A, bei der Nordlichtlinie mag er etwas größer sein.

Diese Banden werden in Stickstoff oder Luft sowohl durch das Glimmlicht, wie durch Kanal- und Kathodenstrahlen erzeugt. Vegard hat also Recht, wenn er schließt [103], das Nordlichtspektrum sei im wesentlichen „das durch elektrische Strahlen angeregte Stickstoffspektrum". Aber ob es sich um Anregung durch α-Teilchen oder durch Elektronen handle, bleibe unentschieden. Ebenso bleibe die Nordlichtlinie selbst rätselhaft.

Nicht so vorsichtig geht Stark [140] vor; er will vielmehr beweisen, daß es sich um Anregung durch positive Strahlen handle. Nach Versuchen von ihm und Hardtke[1] treten in diesem Falle auch die positiven Banden auf,

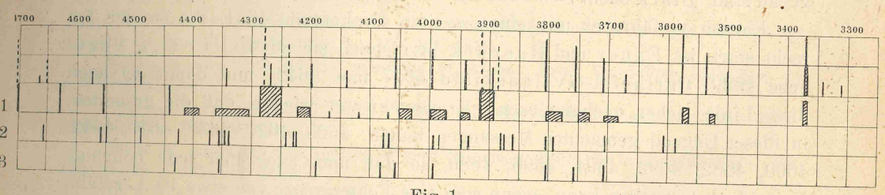

Fig. 1.

1. Paulsen; 2. Westman; 3. Sykora.

ferner Linien des N-Linienspektrums, und zwar solche, die er als N-Funkenlinien und als N-Bogenlinien bezeichnet. Letztere sollen dagegen fehlen bei Anregung durch Kathodenstrahlen.

Was die positiven Banden betrifft, so hat schon Paulsen geglaubt, sie im Nordlichtspektrum zu finden. Freilich bei Benutzung sehr schlechter Zahlen für die Kanten. Stark führt nur die Messungen von Paulsen an, wobei er noch dessen Zahlen merkwürdig verändert. Aber man muß doch auf einem Gebiet, wo die Messungen so außerordentlich unsicher sind, — nach Paulsen sind Fehler von 20 A.E. möglich, — auch andere Beobachter berücksichtigen, nicht nur die, deren Resultate zu der eigenen Ansicht gut passen. Am deutlichsten wirkt wohl eine graphische Darstellung: in der Fig. 1 sind oben die positiven

1) Hardtke, Ann. d. Phys. (4) 56 p. 363—382 (1918).

Stickstoffkanten eingetragen. Die Höhe entspricht der Intensität. Die negativen Kanten sind durch punktierte Linien dargestellt. Darunter befinden sich die Angaben von Paulsen, Westman und Sykora, die einzigen, von welchen photographische Beobachtungen vorliegen (abgesehen von den unsicheren Kings). Diese Zeichnung macht es wohl recht wahrscheinlich, daß man es mit den positiven Banden zu tun hat. Freilich ist ganz unaufgeklärt, warum Vegard keine Spur von ihnen erhalten hat, oder warum nicht auch bei allen andern Beobachtern die negativen Banden dominieren; bei Paulsen sieht man sie sehr deutlich.

Aber ganz unglücklich fällt der Versuch Starks aus, auch die Anwesenheit von N-Linien nachzuweisen. Er sagt, die stärksten Funkenlinien seien ein Paar 5006 und 5003, — nach Exner und Haschek sind es die schwachen Linien 5005 und 5001, von der Intensität 3, während andere Linien, in einer photographisch viel wirksameren Gegend gelegen, mit der Intensität 50 bezeichnet sind. Stark sagt, es könne wohl kein Zweifel sein, daß diese Linien sich wiederfinden in der Nordlichtlinie, die Vogel bei 5004, Carlheim-Gyllenskiöld bei 4995 bzw. 5001, Wijkander bei 4996, Angot bei 5000 gesehen habe. Betrachtet man meine Tabelle in Bd. V, so findet man, daß in dieser Gegend im Nordlicht gemessen worden sind: 4930, 4933, 4958, 4995, 4996, 5000, 5001, 5004, 5015, 5038, 5051, 5058. Das heißt doch nichts anderes, als daß jeder Vergleich einer einzelnen Linie sinnlos ist, wenn die Messungen so wenig genau sind. Stark sucht sich eben nur die ihm passenden Beobachtungen heraus.

Ebenso verfährt er mit einer zweiten Funkenlinie 4631, die in der Tat recht stark ist, Exner und Haschek bezeichnen sie mit 15. Er sagt, Vogel gebe 4629, Carlheim-Gyllenskiöld 4637 bzw. 4642, und damit sei auch diese Linie sicher nachgewiesen. Er verschweigt wieder, daß die gesamten, in dieser Gegend gemachten Messungen lauten: 4625, 4629, 4637, 4640, 4642, 4660, 4682, 4692, 4694, 4696, 4699, so daß man auch hier jede beliebige Koinzidenz feststellen kann, wenn man eine Fehlergrenze von etwa 10 A. zuläßt, wie es Stark wohl mit Recht tut.

Ferner nennt Stark 5 Nordlichtlinien, die sogen. Bogenlinien des Stickstoffs sein sollen, d. h. solche Linien, die in Stickstoffkanalstrahlen auftreten. Solche Linien sind nur von Stark und seinen Schülern beobachtet worden. Sie werden im Nordlicht durch ähnlich beweiskräftige Vergleichungen gefunden, wie vorher die Funkenlinien. Es lohnt nicht, im Detail darauf einzugehen.

Aber das stärkste ist, daß nun auch die Nordlichtlinie, über 5571, eine Stickstofflinie sein soll. Stark und seine Schüler haben ein Paar von Bogenlinien bei 5560 (stärker) und 5565 (schwächer) gefunden. Das soll nun, ungetrennt, die Nordlichtlinie sein. Die Messungen, welche Werte von etwa 5571 ergeben, erklärt Stark für ungenau, fühlt sich dagegen sehr gestützt durch die Messung von Carlheim-Gyllenskiöld 5568. Dabei ist dies der Mittelwert aus 19 Messungen, die zwischen 5546 und 5608 liegen!

ARGON (A = 39.9, Z = 18).

Literatur.

[61] E. Warburg, Über den spektralanalytischen Nachweis des Argons in der atmosphärischen Luft. Nach Versuchen von Lilienfeld. Ber. Berl. Akad. 1904 p. 1196—1197.

[62] Jul. E. Lilienfeld, Über eine allgemeine und hervorragend empfindliche Methode zur spektralen qualitativen Elementaranalyse von Gasgemischen. Ann. d. Phys. (4) **16** p. 931—942 (1905).

[63] A. S. King, Note on the conditions attending the appearance of the argon lines in air. Astrophys. J. **21** p. 344—350 (1905).

[64] W. Lohmann, Beiträge zur Kenntnis des Zeeman-Phänomens. Dissert. Halle 1906.

[65] F. Fischer und G. Iliovici, Über die Produkte der Lichtbogen- und Funkenentladungen in flüssigem Argon bzw. Stickstoff. Ber. chem. Ges. **41** p. 4449—4457 (1908).

[66] Ch. Sheard, Capacity and current density effects in the Argon and Hydrogen spectra. Physic. Rev. **27** p. 258—266 (1908).

[67] Theodor Lyman, The spectra of some gases in the Schumann region. Astrophys. J. **33** p. 98—107 (1911).

[68] P. G. Nutting and O. Tugman, The intensities of some hydrogen, argon and helium lines in relation to current and pressure. Bull. Bur. of Stand. **7** p. 49—70 (1911).

[69] O. Lüttig, Das Zeemann-Phänomen im sichtbaren Spektrum von Mangan und Argon. Dissert. Halle 1911. Ann. d. Phys. (4) **38** p. 43—70 (1912).

[70] W. Stahl, Untersuchungen über die Spektren des Argons. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. **9** p. 302—312 (1911).

[71] H. Donaldson, On the spectra of the electrodeless ring discharge in certain gases. Phil. Mag. (6) **22** p. 720—727 (1911).

[72] A. Dufour, Sur le phénomène de Zeeman présenté par les groupes de raies des spectres du type II. Le Radium **8** p. 97—101 (1911).

[73] G. Stead, Note on the spectrum of Argon. Proc. Cambridge Phil. Soc. **16** p. 607—609 (1912).

[74] N. A. Kent and R. M. Frye, Vacuum tube discharge in a magnetic field. Astrophys. J. **37** p. 183—189 (1913).

[75] R. W. Lawson, The spectra of high frequency discharge in Geissler tubes. Phil. Mag. (6) **26** p. 966—981 (1913).

[76] J. Stark, G. Wendt, H. Kirschbaum und R. Künzer, Ein- und mehrwertige Linien des Aluminium, Argon und Quecksilber in den Kanalstraßen. Ann. d. Phys. (4) **42** p. 241—302 (1913).

[77] E. Paulson, Zur Kenntnis des roten Argonspektrums. Physik. Zs. **15** p. 831 bis 832 (1914.

[78] K. Friedersdorff, Der Dopplereffekt der Kanalstrahlen im Argon. Ann. d. Phys. (4) **47** p. 737—762 (1915).

[79] E. Paulson, Note on the blue spectrum of Argon. Astrophys. J. **41** p. 75—77 (1915).

[80] K. W. Meissner, Untersuchungen und Wellenlängenbestimmungen im roten und infraroten Spektralbezirk. Dissert. Tübingen 1916; Ann. d. Phys. (4) **50** p. 713—728, **51** p. 95—118 (1916).

[81] K. W. Meissner, Die Gesetzmäßigkeiten im Neon- und Argonspektrum. Physik. Zs. **17** p. 549—552 (1916).

[82] L. Hamburger, Over licht-emissie door gassen en mengsels van gassen bij electrische ontladingen. Dissert. Amsterdam 1917, 187 pp., Zs. wiss. Photogr. **18** p. 1—44 (1918).

[83] J. C. Mc Lennan, On the ionisation potentials of vapors and gases. Phys. Rev. (2) **10** p. 84 (1917).

[84] J. Franck und G. Hertz, Die Bestätigung der Bohrschen Atomtheorie im optischen Spektrum ... Physik. Zs. **20** p. 132—143 (1919).

[85] F. Horton and A. Davies, An experimental determination of the critical electron velocities for the production of radiation ... Proc. Roy. Soc. A. **97** p. 1— (1920); Physic. Rev. (2) **15** p. 498–502 (1920); Nat. **104** p. 406 (1919).

[86] R. Seeliger und E. Pommering, Über die Lichtemission im Kathodendunkelraum und im Glimmlichtraum. Ann. d. Phys. (4) **59** p. 589—612 (1919).

[87] E. Böttcher und F. Tuczek, Der Effekt des elektrischen Feldes auf Linien des Argons und des Sauerstoffs. Ann. d. Phys. (4) **61** p. 107—112 (1919).

[88] H. C. Rentschler, The ionizing potentials of Argon, Neon and Helium. Physic. Rev. (2) **13** p. 297—298 (1919).

[89] W. M. Hicks, A critical study of spectral series. Part. V. The spectra of the monatomic gases. Phil. Trans. A. **220** p. 335—468 (1920).

[90] Knud Aage Nissen, Serien mehrfacher Linien im Argonspektrum. Physik. Zs. **21** p. 25—28 (1920).

[91] Clifton G. Found, Ionization potentials of argon, nitrogen ... Physic. Rev. (2) **16** p. 41—43 (1920).

[92] Hugo Fricke, The K-characteristic absorption frequencies for the chemical elements Magnesium to Chromium. Physic. Rev. (2) **16** p. 202—215 (1920).

[93] J. Frommel, Die Ergebnisse der Serienforschung. Dissert. Tübingen (1920). (Manuskript.)

[94] G. Stead and B. S. Gossling, On the relative ionisation potentials of gases as observed in thermionic valves. Phil. Mag. (6) **40** p. 413—425 (1920).

[95] * Hodgson and Palmer, Radio Revier **1** p. 525 (1920).

[96] W. F. Meggers, Interference measurements in the spectra of Argon, Krypton and Xenon.

[97] J. Franck, Über Lichtanregung und Ionisation von Atomen und Molekülen durch Stöße langsamer Elektronen. Physik. Zs. **22** p. 466—471 (1921).

[98] R. Seeliger und G. Mierdel, Anregung der Atome zur Lichtemission durch Elektronenstoß. II. Spektroskopische Studien der Neon-Glimmlampe. Zs. f. Phys. **5** p. 182—187 (1921).

[99] R. Seeliger und E. Schramm, Anregung der Atome zur Lichtemission durch Elektronenstoß. III. Vervollständigung des Beobachtungsmaterials. Zs. f. Phys. **7** p. 93–96 (1921).

[99] G. Déjardin, Excitation des spectres de l'argon par des électrons lents. C. R. **173** p. 1782—1784 (1921).

[100] G. Déjardin, Ionisation de l'argon par des électrons lents. C. R. **172** p. 1347 bis 1350 (1921).

Im langwelligen Teil des roten Argonspektrums sind ausgezeichnete Messungen mit dem Interferometer durch Meggers [96] und durch Meissner [80] zu verzeichnen, während in der Schumannregion Lyman [67] Messungen des blauen Spektrums gibt.

In der folgenden Tabelle sind diese neuen Messungen angeführt. Aber die Tabelle enthält auch im Auszug das übrige Spektrum des Argons, insbesondere um die Gesetzmäßigkeiten angeben zu können. Es ist dazu aus den Tabellen des Bandes V dieses Handbuchs ein Auszug in folgender Art gemacht: es sind alle stärkeren Linien, von der Intensität 4 an etwa, angeführt, und alle schwächeren, wenn sie in den gesetzmäßigen Bau hineinpassen. Aus den vorliegenden Messungen und Intensitäten ist das Mittel genommen, und dies auf I. A. reduziert. Da ich alle älteren Messungen des A-Spektrums für sehr ungenau halte, — die großen Differenzen untereinander und gegen Meggers beweisen es, gebe ich nur Zehntel an. Nur die Zahlen von Paschen sind nicht auf I. A. umgerechnet. Das rote und blaue Spektrum sind nebeneinander geschrieben, da die Gesetzmäßigkeiten diesen Unterschied nicht zu respektieren scheinen.

		Paschen Rotes Spektrum	Meggers	Meissner		Rotes Spektr.	Blaues Spektr.
	13719	9 4					
	505	6 4					
$2p_{11}-3d$	12500	31			A_1		
	11590	8					
	10640	12			B_1		
$2p_{18}-1.5S$	9658	90 7			C_1		
	9225	88 5			A_3		
$2p_8-3.5s$ / $2p_1-4.5S$	9123	69 13			D_1		
$2p_{11}-3.5s$	8522	85 5	1.442		A_4		
	8517	9? 4	—				
	8425	8 10	4.646	650			
	8410	—	8.210	216	A_5		
	8405	70 6	—	—			
	8265	18 5	4.522	525	A_6		
	8115	96 14	5.307	310			
	8103	17 3	3.693	691	C_2		
	8015	6 3	4.784	786	A_7		
	8009	7 8	6.156	158	C_3		
	7948	1 5	8.175	177	B_4		
	7724	—	4.210	210	B_6		
	7723	9 5d	3.758	760	D_2		
$2p_{17}-1.5S$	7635	4 6	5.106	107	D_3		
	7514	4 4	4.651	648			
	7506	0 4	3.867	868	A_8		
$2p_9-3.5S$ / $2p_8-4d$	7435	52 Runge	—	—			
	7383		3.979	978	C_5		
$2p_{10}-3.5S$	72		2.119	—			
	53		3.316	—			
$2p_{11}-3.5S$	15	9 1	—	—	A_{10}		
$2p_{16}-1.5S$	11	6 1	—	—			
$2p_{15}-1.5S$	7272		2.935	—	C_6		
$2p_8-4d'$	06		6.986	—			
	7147		7.042	—	D_4		
$2p_{14}-1.5S$	7067		7.217	218	D_5		
$2p_{11}-4d$	30		0.250	—	A_{12}		
	6965		5.429	432	D_6		
$2p_{13}-1.5S$	37		7.666		A_{14}		
	6888	83 1	—		B_{10}		
	71		1.290				
	6786	3 1	—		D_7		
$2p_{12}-1.5S$	56	4 1	—				
$2p_3-4.5S$	52		2.831				
$2p_4-4.5S$	19	2 2					
	6699						
$2p_{12}-3.5S$ / $2p_5-4.5S$	84					0 3	
						7 1	
	77		7.282		A_{18}	4 5	
	64					1 3	
$2p_8-4,5s$	60						
$2p_6-4.5S$	6640				C_9	7 3	
							2 0

		Meggers	Rotes Spektr.	Blaues Spektr.	
	6631		9 1		B_{13}
	04		9 3		
	538		2 3		
$2p_{13}-3.5S$	13		7 1		B_{15}
	6493		9 2		B_{17}
	81		0 2		C_{11}
	16	307			
$2p_{14}-3.5S$	02		0 1		D_9
	6384		5 4		
$2p_{11}-4.5s$	34		0? 1		A_{26}
$2p_7-4.5S$	09		2 1		
	07		7 3		A_{27}
	6298		8? 1		C_{12}
	96		8 4		
$2p_8-4.5S$	78		6 2		
$2p_{15}-3.5S$	43			4 3	
	38		4 1		B_{19}
	35		8 1		D_{10}
	24		7 1		C_{14}
$2p_{16}-3.5S$	15		9 4	6 0	
$2p_{11}-1.5S$	12		4 5		
	6199		2 1		B_{20}
	94		6 0		B_{21}
	86		3 1		B_{22}
	72		9 4		
$2p_{10}-1.5S$	72			3 4	
$2p_8-5d$	70		1 4		
	65		1 3		C_{16}
	55		1 4		
	45		4 5		
	35		4 1		A_{29}
$2p_9-1.5S$	27		4 4		
$2p_2-10.5S$	21		7 2		A_{30}
	05		8 5		
$2p_3-5.5S$	01		1 3		
	6098		7 5		
$2p_8-5d'$	90		8 4		
	85		7 1		B_{23}
$2p_9-4.5S$	67		3 1		B_{24}
	64		7 3		D_{12}
	59		4 6		
	52		6 5		B_{25}
$2p_5-5.5S$	43		3 6		
	32	127	2 7		
$2p_{10}-4.5S$	25		4 3		
	17		5 1		A_{31}
	15		2 1		C_{18}
	13		5 3		
	11		4 1		B_{26}
$2p_{17}-3.5S$	5999		2 3		
$2p_{11}-4.5S$	87		3 4		B_{27}
	49		3 3		D_{15}

		Rotes Spektr.	Blaues Spektr.	
	5943	0 3		D_{16}
	40	9 2		C_{18}
	28	5 4		B_{28}
$2p_8-1.5S$	27	1 3		
$2p_7-1.5S$	00	5 1		C_{21}
$2p_{11}-5d$	5888	8 5		
$2p_8-5.5s$	80	1 6		
	82	6 3		
	60	4 3		
	32	1 2		B_{29}
	02	2 1		C_{23}
	5701	0 1		D_{20}
$1.5S-2.5s$	5691	7 1		D_{22}
	90	0 2		
$2p_8-6d$	59	2 3		C_{23}
	50	8 6		
$2p_6-1.5S$	37	5 1		
$2p_{11}-5.5s$	23	8 1		
$2p_8-6d'$	21	1 2		
$2p_5-1.5S$	07	0 7		
	5597	7 5		B_{32}
	89	2 1		D_{24}
$2p_4-1.5S$	81	6 2		
	72	6 5		
$2p_4-7.5S$	59	7 3		C_{30}
$2p_3-1.5S$	58	7 5		
$2p_5-7.5S$	34	5 1		
	25	2 2		
	5496	0 6		
	73	6 3		C_{31}
	51	7 6		
	42	1 2		B_{33}
$2p_{13}-4.5S$	40	0 2		
$2p_{11}-6d$	21	6 4		
	12	6 1		B_{34}
$2p_8-7d$	5394	0 1		
$2p_6-9.5S$	05		8 4	
$2p_5-10.5S$	5275	1 1		
$2p_9-6.5S$	64		8 1	
$2p_8-7.5S$	54	4 2		
	21	6 3		
	5188	3 4		D_{32}
	87	3 4		C_{34}
$2p_{11}-7d$	77	6 2		
	62	4 5		
$2p_{18}-3.5S$	52	5 4		
	45		4 5	
	42		0 4	
$2p_7-4.5S$	5076		0 0	
$2p_{10}-7.5S$	63	0 2		
	62		1 6	
	54	3 2		D_{33}

		Meggers	Rotes Spektr.	Blaues Spektr.	
$2p_{11}-7.5S$	5049		0 2		
	17			2 6	
	09			3 6	
	4965			1 4	
$2p_{11}-8.5S$	49			3 2	
$2p_9-9.5S$	33		2 4		
	4889		1 3	2 4	
$2p_2-1.5S$	88			7 4	
	79			9 6	
	67			5 3	
	66			0 4	
	47			7 6	
	06			0 8	
	4735			8 5	
	26			8 4	
	02	317	3 4		A_{35}
	4657			8 4	
	28	445	4 6		A_{36}
	09			5 7	A_{37}
	4596	096	1 6		A_{38}
	89			9 6	
$2p_1-1.5S$	79			3 7	
$2p_{12}-10.5S$	47			7 2	
	45			0 7	
	22	325	3 5		B_{35}
	10	733	7 8		A_{39}
$2p_{17}-6.5S$	01		5 1		
	4481			8 5	
$2p_{15}-8.5S$	33			9 2	
	31			0 4	
	30			2 4	
	26			0 8	
	23		9 1		B_{38}
	01			0 5	
	00			1 4	
	4379			6 6	
	71			3 5	
	70			7 5	
	63		7 3		
	52			2 4	
	48			0 10	
	45	168	1 7		A_{40}
	35		3 6		A_{41}
	33	561	5 6		A_{42}
	31			1 7	
$2p_{17}-8.5S$	09			1 2	
	00	101	0 8		C_{36}
	4282			8 4	
	77			5 8	
	72	169	1 8		C_{38}
	66	286	2 8	3 7	C_{37}
	59	362	3 9		

		Meggers	Rotes Spektr.	Blaues Spektr.	
$1.5S-3d$	4251	184	1 4		D_{35}
	37			4 4	
	28			7 7	
	22			6 5	
	18			6 4	
	00	678	6 9		
	4198	316	2 8		C_{38}
	91	027	0 8		B_{40}
	90	714	7 5		D_{36}
	81	884	8 7		B_{41}
	64	180	1 7		D_{37}
	58	591	5 9		D_{38}
	50		0 1		
	31			8 6	
	12			8 4	
	04			0 9	
	4082			4 4	
	80			7 3	
	79			6 4	
	77			0 2	
	76			7 6	
	72			4 4	
	72			0 7	
	54		5 3		C_{40}
	53			0 4	
	45		8 4		C_{41}
	44	419	4 9		C_{42}
	42			9 6	
	38			8 4	
	35			4 3	
	33			9 4	
	32		9 3		A_{43}
	23			5 3	
	13			8 7	
	3992			0 4	
	79			4 5	
	74			5 4	
	68			3 4	
	60			4 3	
	58			4 3	
	48	980	9 8		
	47		5 4		D_{42}
	46			1 4	
	44			3 5	
	32			5 5	
	31			2 3	
	28			6 8	
	25			8 4	
	14			8 5	
	11			5 4	
	07			7 4	
	3899		8 3		B_{43}

	Rotes Spektr.	Blaues Spektr.	
3894	6 4	2t	A_{45}
92		0 6	
91		4 4	
75		2 6	
72		1 4	
68		5 7	
66	1 1		A_{47}
50		6 9	
34	6 5		A_{39}
26		8 4	
09		5 4	
3795		4 5	
86		4 4	
81	3 3		C_{43}
80		9 7	
75	4 1		C_{44}
70	4 3		A_{52}
65		3 7	
63		6 5	
53		5 3	
43	7 1		B_{47}
37		9 6	
29		3 9	
20		5 3	
18		3 6	
17		2 3	
3696	5 1		D_{43}
90	9 3		D_{44}
80	0 3		
78	3 4		
75	2 1		A_{50}
70	7 3		
60		5 4	
59	5 2		C_{45}
56		1 3	
55		3 5	
51		0 3	
50	0 3		
43	1 2		C_{47}
39		9 4	C_{48}
37		9 6	
37		1 3	
34	4 4		
32	6 4		
22		2 4	
06	5 5		C_{49}
3599	3 1		A_{53}
88		5 9	
82		4 6	
81		7 5	
76		7 8	
72	3 2		A_{55}

	Rotes Spektr.	Blaues Spektr.	
3567	7 4	2t	
65		1 4	
64	3 3		B_{50} D_{46}
63	2 3		B_{51}
61		1 6	
59		5 7	
56	0 2		D_{47}
54	3 4		D_{48}
48		5 3	
45		9 7	A_{56}
45	8 1		
45		7 7	
35		4 4	
21		3 3	
20		0 5	
14		4 6	
11		2 5	
09		4 3	
3493	3 2		B_{53}
91		6 8	
80		5 5	
78		3 4	
76		8 6	
64		2 4	
61	0 3		C_{52}
54		2 4	
42	5 1		B_{56}
21		7 3	
3397	9 1		C_{53}
93	8 3		D_{50}
92	8 2		D_{51}
91		8 5	
89	9 1		D_{52}
88		6 5	
87	6 1		C_{54}
76		5 4	
73	5 2		C_{55}
58		5 4	
44		7 4	
36		1 4	
19	3 2		D_{54}
11		2 5	
07		2 4	
01		8 6	
3293		6 4	
85		8 7	
81		7 4	
63		6 4	
49		8 3	
04		3 3	
3181		1 4	
69		7 5	

		Rotes Spektr	Blaues Spektr.
	3161		5 4
	39		1 4
	3093		4 5
	29		0 4
	2979		1 6
	67	2? 4	
	55		3 4
	42		9 7
$2p_5-1.5s$	24		7 4
	2896		8 4
	91		7 4
	84		1 4
	65		9 4
	06		2 6
	2769		6 6
	53		8 6
	44		8 7
	32		5 5
	08		3 7
	2647		5 7
$2p_1-1.5s$	14	5 4	
$2p_{11}-1.5s$	2562		2 5
	44		7 5
	34		7 4
	16		7 7
	16	2 4	
	15		5 7
$2p_8-1.5s$	12		2 3
	00		3 4
	2499		4 4

	Blaues Spektr.
2490	9 6
82	2 4
81	5 4
80	8 5
79	1 6
74	1 4
54	4 6
52	9 1
38	7 6
32	7 4
20	5 4
15	6 6
11	1 4
04	3 4
2395	6 4
64	1 4
50	5 4
44	3 5
37	7 5
31	6 4
16	4 4
13	9 4
09	3 4
2281	5 5
52	3 4
43	6 4
34	6 4
33	5 1
19	8 4
2050	4 1

Blaues Argonspektrum nach Lyman	
1886.1	7
79.7	8
77.7	8
73.2	10
68.7	8
65.9	8
55.7	9
50.2	4
46.9	6
43.1	9
(42.3)	1
39.2	9
(38.1)	2

Blaues Argonspektrum nach Lyman	
1836.3	9
(35.5)	2
(34.5)	2
31.4*	9
30.6*	10
27.6	6
20.0	7
07.5	4
1788.1	5
1675.6	7
73.5	7
69.7	7
14.8	4

Blaues Argonspektrum nach Lyman	
1611.0	4
07.0	3
04.2	4
02.6	2
00.7	5
1589.5	4
1467.9	2
65.6	4
63.3	3
60.1	5
1335.8	7
34.5	7
33.7	5

Seriengrenzen.

$2p_1$	15908	$2p_{10}$	21543
$2p_2$	17287	$2p_{11}$	21647
$2p_3$	19755	$2p_{12}$	22942
$2p_4$	19829	$2p_{13}$	23329
$2p_5$	19910	$2p_{14}$	23596
$2p_6$	20006	$2p_{15}$	23993
$2p_7$	20796	$2p_{16}$	24066
$2p_8$	20872	$2p_{17}$	24645
$2p_9$	21427	$2p_{18}$	27388

Terme.

3d	13649	1.5s	60665
4d	7426.8	2.5s	—
5d	4669.6	3.5s	9914.6
6d	3206.9	4.5s	5863.2
7d	2338.3	5.5s	3870.5
1.5S	37739	6.5S	2437.7
2.5S	—	7.5S	1847.0
3.5S	7981.2	8.5S	1446.4
4.5S	4950.2	9.5S	1163.1
5.5S	3367.9	10.5S	957.7

Von sonstigen Angaben wäre noch zu erwähnen: Fischer und Iliovici [65] haben im langwelligen Teil einige Linien gemessen, wohl sehr ungenau, wenn es überhaupt Argonlinien sind: 7600, 7465, 7380, 7235, 7130, 7057, 6965, 6868, 6753, 6682, 6415, 6383, 6305, 6173, 6143.

Stahl [70] hat einige Linien des blauen und roten Spektrums gemessen, um nachzuweisen, daß die von Eder und Valenta vermeintlich gefundene starke Verschiebung von Linien zwischen diesen Spektren und dem „weißen“ nicht vorhanden sei. Es treten nur starke unsymmetrische Verbreiterungen auf. Zwischen den Spektren an den beiden Polen findet Stahl in Übereinstimmung mit Eder und Valenta, aber entgegen Nutting, keinen wesentlichen Unterschied. Man vergleiche dazu auch [66] und [76]. — Da Stahls Zahlen nicht sehr genau zu sein scheinen, führe ich sie nicht an; eine neue moderne Messung der Argonspektra wäre sehr nötig und sicher lohnend.

Lyman [67] fand, daß in der Schumannregion ohne Kapazität keine Linien erscheinen, also das rote Spektrum hier sehr lichtschwach ist, während mit Kapazität viele Linien auftreten, die am Schluß der Tabelle p. 21 wiedergegeben.

Der Ursprung der eingeklammerten Linien ist unsicher, die mit einem Stern versehenen treten auch im weißen Spektrum auf, d. h. bei höherem Druck, wobei auch noch λ 1650.0 erscheint.

Während früher die Untersuchung des Zeemaneffektes auf Schwierigkeiten gestoßen war — nur Michelson [48] und Lohmann [64] haben die Linie 6965 des roten Spektrums als Triplet gesehen — gelingt die Untersuchung Lüttig [69] besser. Die Linien 5651, 5607, 5559, 5496, 6187 erzeugen normale Triplets, ebenso die photographierbaren und ausmeßbaren 4880, 4806, 4736, 4609, 4545. Die Linien 5062, 5009, 4972, 4965, 4933, 4848, 4765, 4658, 4590, 4579, 4426, 4400, 4348, 4331 erschienen mehr oder weniger diffus, gaben aber auch wohl meist Triplets. — Parallel zu den Kraftlinien bildete 5009, 4933, 4880, 4847, 4806, 4765, 4736, 4658, 4609, 4545 Paare mit breiten und diffusen Komponenten.

In demselben Jahre veröffentlicht auch Dufour [72] Messungen für die Linien 4702, 4629, 4596, 4511, 4334, 4259, 4522, 4191, 4182, 4300, 4272, 4266, 4198, 4044, 4191, 4164, 4159, 3949, 6965. Es sollte untersucht werden, ob die Linien der gleich ausführlich zu besprechenden Gruppen: A, B usw. auch durch identischen Zeemaneffekt als zusammengehörig erscheinen; das ist aber nicht der Fall.

Kent und Frye [74] untersuchen Geißlerröhren im Magnetfeld: der Widerstand wächst, das rote Spektrum wandelt sich in das blaue um. Nutting und Tugman [68] messen die Intensität einiger Linien des roten und blauen Spektrums mit wachsender Stromstärke. Die Linien des roten Spektrums wachsen anfangs sehr rasch, scheinen sich aber dann einem Grenzwert zu nähern; die des blauen Spektrums wachsen anfangs sehr langsam, dann immer schneller. Mit wachsendem Druck — von 0.75 mm an — nimmt die Intensität der roten Linien ab; bei kleineren Drucken wachsen zuerst die Intensitäten einzelner Linien.

Eine mit Argon gefüllte Glaskugel umgibt Donaldson [71] mit einigen Drahtwindungen, durch welche Kondensatorentladungen geleitet werden. Bei höherem Gasdruck zeigt die Kugel nur Linien des roten Spektrums, mit abnehmendem Druck kommen Linien des blauen hinzu und bleiben schließlich allein übrig[1]). — Auch Lawson [75] arbeitet mit äußeren Elektroden, Quecksilber, an einem Geißlerrohr aus Quarz. Es werden sehr schnelle Stromschwingungen zugeführt, deren Zahl zwischen 0.2×10^6 und 1.5×10^6 liegt. Mit schwachen Strömen erscheint bei allen Schwingungszahlen das rote Spektrum, um sich mit wachsender Stromstärke in das blaue umzuwandeln. Dabei wird dann das Rohr sehr heiß, so daß man meinen könnte, die Temperatur sei von Einfluß; das ist aber nicht der Fall, denn wenn man nun die Stromstärke plötzlich herabsetzt, erscheint in dem noch sehr heißen Rohr plötzlich wieder das rote Spektrum. Also die Art des Spektrums kann nur von der Stromdichte abhängen, wie schon viele andere geschlossen haben. Zu etwa gleichem Resultat kommt auch Sheard [66], der aber daneben noch angibt, an der Kathode sei das Spektrum nahezu kontinuierlich im Gelb, Grün und Blau. — Stead [73], der ein Rohr mit Kalkkathode benutzt, findet nichts Neues.

Während in Geißlerröhren mit gewöhnlichen Entladungen ein erheblicher Prozentgehalt von Argon nötig ist, damit in Gasgemischen die Argonlinien sichtbar werden, finden Lilienfeld [61, 62] und King [63], daß bei anders gearteten Entladungen schon Bruchteile eines Prozentes sichtbar werden. Es scheint darauf anzukommen, daß momentan sehr hohe Stromdichten auftreten. Wenn solche Entladungen durch Luft von Atmosphärendruck gehen, sieht man ebenfalls Argonlinien.

Stark [76] glaubt, aus der Abschattierung des Dopplerstreifens im Kanalstrahlenspektrum schließen zu können, daß alle Linien des roten Spektrums von einwertigen Ionen, d. h. Atomen, die ein Elektron verloren haben, ausgesandt werden, die des blauen Spektrums von zwei- oder dreiwertigen.

1) Ähnlich Beobachtungen auch von R. J. Strutt, Phil. Mag. (5) **49** p. 293—307 (1900).

Zu demselben Resultat gelangt Friedersdorff [78] bei einer eingehenderen Untersuchung; er meint, daß noch höherwertige Zentren als dreiwertige vorhanden seien.

Böttcher und Tuczek [87] suchen vergeblich nach einem Einfluß des elektrischen Feldes auf Linien des roten oder blauen Spektrums.

Seeliger und Pommerrenig [86] untersuchen die Intensitätsänderung der Linien beim Übergang vom Glimmlicht in den Kathodendunkelraum; ein Unterschied zwischen den Linien des roten und blauen Spektrums ist nicht zu bemerken. In [98] geben Seeliger und Mierdel, in [99] Seeliger und Schramm weitere Einzelheiten über die Intensität einiger Argonlinien in der Nähe der Kathode und Anode in dem Gasgemisch einer Neon-Glimmlampe oder einer Röhre mit Glühkathode.

Die Erkenntnis des Baues des Argonspektrums hat in jüngster Zeit weitere Fortschritte gemacht, ohne daß jedoch das Spektrum auch nur annähernd so bekannt wäre wie etwa dasjenige des Neons. Insbesondere ist die Frage der Trennung des blauen von dem roten Spektrum noch ungeklärt.

Nachdem zuerst, wie in den Bd. II und V ausgeführt, Kayser im roten Spektrum mehrfache Wiederholung derselben Gruppe von Linien mit konstanter Schwingungsdifferenz bemerkt und Rydberg gezeigt hatte, daß es sich um Quadruplets handelte, in denen indes vielfach einzelne Linien fehlten, fand Paulson [77] die gleiche Gruppenwiederholung auch im Bereiche des langwelligen Spektrums, wo die Liniendichte geringer ist. Durch die Messungen von Meissner [80, 81] und besonders Meggers [96] wurde dann gezeigt, daß die Differenzen der Wellenzahlen sehr exakt konstant sind. Endlich hat Paulson [79] im blauen Spektrum neben einer Reihe wohl noch zweifelhafter Paare einige mehr oder minder vollständige Gruppen von je fünf Linien gefunden.

Es kann indes kaum einem Zweifel unterliegen, daß alle diese Differenzen, ähnlich wie bei Neon, nur Bruchstücke einer komplizierten Mannigfaltigkeit von Serien höherer Ordnung und von Kombinationslinien sind. Einen großen Fortschritt stellt daher die Untersuchung von Nissen [90] dar, durch die ein Teil der Argonlinien gesetzmäßig geordnet wird. Freilich bleibt einstweilen der größere Teil der Linien ungeordnet. Auch ist es unbefriedigend, daß bei der Einordnung in die Term-Schemata neben Linien des roten Spektrums solche des blauen benutzt werden müssen, wenn auch in geringer Minderzahl. Endlich bleibt die Beziehung der Serien zu den konstanten Differenzen Kaysers, Rydbergs usw. unaufgeklärt, ein Teil der Linien ist beiden Gruppen gemeinsam, der größere nicht.

Hicks [89] findet im kurzwelligen Teil des blauen Argonspektrums eine Tripletserie (erste Nebenserie) einfacher Linien, von der vier Glieder nachzuweisen sind. Auf die besonderen Berechnungen, die Hicks hieran anknüpft, kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Die von Hicks benutzten Linien sind andere, als die von Paulson verwendeten.

In der Tabelle p. 17—22 findet man die Serienlinien jedesmal in der ersten Spalte gekennzeichnet. Das ganze Material ist wohl sehr unsicher und bedarf wohl einer Neuberechnung, teils auf Grund der neueren Messungen, teils mit Benutzung älteren Materials, teils vermittelst Wellenlängenmessungen, die noch fehlen. Am Schluß der Tabelle findet man unter „Grenzen“ die entsprechenden Werte, ebenfalls nach Nissens Berechnung.

In der folgenden Tabelle sind die bisher im roten Argonspektrum aufgefundenen konstanten Wellenlängendifferenzen zusammengestellt.

Es sind im ganzen 56 Gruppen, die zum Teil jedoch nur aus zwei Linien bestehen, was vielleicht auf ungenügender Kenntnis des Spektrums beruht. Jede Zeile enthält eine Gruppe. Die Linien der Gruppen sind nach Rydberg mit A, B, C, D bezeichnet, und diese Bezeichnung ist in der Haupttabelle in der letzten Kolonne eingetragen. Am Ende jeder Zeile steht der Name des ersten Beobachters der betreffenden Gruppe, wobei Ms = Meissner, Mg = Meggers, P = Paulson, R = Rydberg. Die Wellenzahlen sind hinter jeder Wellenlänge angegeben, nach Meissner und Meggers auf das Vakuum reduziert, was Paulson und Rydberg unterließen. Genau sind also nur die Gruppen 2—8 und 32—35. Ungenauere Zahlen sind in runde Klammern eingeschlossen; ekige Klammer bedeutet, daß die betreffende Zahl nur berechnet ist. Die von Rydberg mit 9 bezeichnete Gruppe ist fortgelassen, weil sie nur eine Linie enthält.

Die Differenzen der vier Spalten ergeben sich hiernach als

$$B - A = 846.162,\quad C - B = 803.075,\quad D - B = 606.636.$$

Aus den Angaben der Tabellen ergibt sich, daß im Argonspektrum drei Gruppen von Serien nachgewiesen sind, nämlich eine I N.S. mehrfacher Linien $2\,p - nd$, eine zweite N.S. mehrfacher Linien $2\,p - ms$, sowie eine zweite N.S. $2\,p_i - ms$ die aus 18 Teilserien besteht, von denen allerdings die sämtlichen 18 Linien nur für $m = 1.5$ bekannt sind. Daneben finden sich noch einige Kombinationslinien $1.5\,s - 2\,p_i$ und $1.5\,s - md$. Endlich gibt es noch eine aus drei Gliedern bestehende Satellitserie $2\,p_s - md$.

Im blauen Spektrum faßt Hicks [89] die Linien (3765, 3739, 3729), (2484, 2473, 2463), (2344, 2354, 2358), (2212, 2204, 2200) als Glieder einer mehrfachen I N.S. von Triplets für die bzw. Laufzahlen $m = 2, 3, 1, 4$ auf, während Paulson die bereits erwähnten Gruppen mit konstanten Differenzen findet.

Im Bereiche der Röntgenspektra ist naturgemäß bisher nur einiges über die Absorptionsgrenzen bekannt. Fricke [92] gibt für die Grenzabsorption K_m die Wellenlänge 9.5112 A. Der Streifen zeigt keine Feinstruktur.

Die Methode der Anregung durch Elektronenstoß ist auch auf Argon angewendet worden. Nachdem Franck und Hertz [84] zuerst etwa 12 Volt als Anregungsspannung gefunden hatten, sind sowohl die Anregungs- wie die Ionisierungsspannung von verschiedenen Seiten gemessen worden. Für die erstere geben Horton und Davies [85] 11.5 V., Stead und Gossling [94] 12 V., Rentschler [88] 12 V., während das Ionisierungspotential von Horton und

	λ A	$\frac{1}{\lambda}=\nu_A$	$\nu_B-\nu_A$	λ B	$\frac{1}{\lambda}=\nu_B$	$\nu_C-\nu_B$	λ C	$\frac{1}{\lambda}=\nu_C$	$\nu_D-\nu_C$	λ D	$\frac{1}{\lambda}=\nu_D$		
1	(11491.)	8702.22	(846.16)	(10472)	(9548.38)	(803.08)	(9657.8)	(10351.46)	(606.84)	9123.0	10958.30	Ms, P	1)
2	[9354.2]	10687.428	(846.14)	[8667.9]	11533.57	(803.09)	8103.7	12336.665	606.844	7723.8	12943.509	Ms, Mg, P	
3	(9224.5)	10837.772	(846.162)	[8556.4]	11683.884	803.075	8006.2	12486.959	606.837	7635.1	13093.796	Ms, Mg	
4	8521.4	11731.882	846.168	7948.2	12578.050	803.075	[7471.2]	13381.125	606.828	7147.0	13987.953	Ms, Mg, P	
5	8408.2	11889.876	846.162	[7849.6]	12736.038	803.075	7383.9	13539.113	606.835	7067.2	14145.948	Ms, Mg, P	
6	8264 5	12096.593	846.158	7724.2	12942.751	803.075	7272.9	13745.826	606.840	6965.4	14352.666	Ms, Mg, P	
7	8014.8	12473.595	(846.164)	[7507.6]	13319.759	(803.083)	[7080.7]	14122.842	(606.837)	(6787.1)	14729.679	Ms, P	
8	7503.9	13322.794	(846.16)	[7057.6]	14168.958	(803.08)	(6679.1)	14972.041	(606.837)	(6418.9)	15578.878	Ms, P	
9							6660.9	15012.94	606.67	6402.2	15619.61	P	
10	7316.2	13668.38	847.88	6888.8	14516.26							P	
11							6481.2	15429.31	606.64	6236.0	16035.95	P	
12	7030.5	14223.66					6299.0	15875.51				P	
13				6632.1	15078.25					6064.9	16488.24	P	
14	6938.0	14413.39					6224.9	16064.64				P	
15				6513.9	15398.59					5949.5	16808.22	P	
16							6165.3	16219.81	606.93	5942.9	16826.74	P	
17				6494.1	15699.23	803.46		16502.69				P	
18	6679.0	14972.28					6015.4	16624.00				P	
19				6238.6	16029.18	802.78	5941.1	16831.96				P	
20				6199.4	16130.49							P	
21				6194.2	16144 00	803.14	5900.7	16947.14		5701.2	17540.19	P	
22				6186 5	16164.18							P	
23				6085.9	16431.42	803.48	5802.4	17234.90		5690.2	17575.10	P	
24				6067.5	16481.30							P	
25				6053.0	16520.85	802.61	5772.5	17323.46		5589.4	17891.01	P	
26	6334.2	15787.21	847.32	6011.6	16634 53							P	
27	6307.9	15853.11	848.04	5987.6	16701.15							P	
28				5929.1	16866.08	803.42	5659.5	17669.50				P	
29	6135.6	16298.24	847.65	5832.3	17145 89							P	
30	6121.9	16334.72					5560.0	17985.83				P	

31	6017.7	16617.75					5473.8	18268.98					
32				5597.9	17863.87					5188.5	19273.54		
33				5442.5	18373.77					5054.5	19784.19		
34				5412.8	18474.73	802.49	5187.5	19277.22					
35	4702.3	21260.182	846.161	4522 3	22106.343	803.075	[4314.7]	22909 418	606.93	4251.1	23516.35	Mg, R	
36	4628.4	21599.53		[4453.9]	22445.676	803.075	4300.1	23248.751	606.831	4190.7	23855.582	Mg, R	
37	[4610.4]	21683.782	846.162	[4437.3]	22529.944	803 075	4266.3	23433.019	606.835	4158.6	24039.852	Mg	
38	4596.0	21751.85	846.20	(4423.9)	22598.05	802.70	4272.2	23400.751	606.837	4164.2	24007 588	Mg, R	
39	4510.7	22163.151	846.162	(4344.8)	23009.313	803.076	4198.3	23812.389	606.837	[4093.9]	24419.226	Mg	
40	4345.3	23013.25	846.48	4191.2	23859.73	803.21	4054.7	24662.96				R	
41	4335 5	23065.44	846.55	4182.0	23911.99	803.61	4046.0	24715.60				R	
42	4333.7	23074.90	846.37	[4180.4]	23921.27	803.27	4044.6	24724.54	607.02	3947.6	25331.56	R	
43	4033 1	24794.76	845.84	3900.1	25640.60	804.21	3781.5	26144.81	607.17	3696.6	27051.98	R	
44							3775.5	26486.73	606.19	3691.0	27092.92	R	
45	3894.8	25675.29	846.81	3770.4	26522.10	803.05	3659.6	27325.15				R	
46							3643.2	27448.19	606.84	3564.4	28055.03	R	
47	3866.3	25864.17	846.60	3743.8	26710.77	802.68	3634.6	27513.45	606.97	3556.1	28120.42	R	
48							3632.8	27527.23	606.64	3554.4	28133.87	R	
49	3834.8	26077 20					3606.7	27726.35				R	
50	3675.3	27208.27	846.76	3564.4	28055.03					3393.8	29465.08	R	
51				3563.4	28063.39					3392.9	29473.44	R	
52	3670.8	27242.14	846.56	[3560.2]	28088.70	803.08	3461.2	28891.78	607.14	3389.9	29498.92	R	
53	3599.7	27779.15	845.97	3493.4	28625.12	803.82	3398.0	29428.94				R	
54							3387.7	29518.57	606.82	3319.5	30125.39	R	
55	3572.4	27992.26					3373.6	29642.05				R	
56	3545.9	28201.21	846.27	3442.6	29047.48							R	

1) In dieser Gruppe sind die Linien nur sehr ungenau gemessen, nämlich von Paschen, mit der Thermosäule: 11590, 10640, 9658.9, 9123.7. Da es aber die einzigen Linien in dieser Gegend sind, kann kaum ein Zweifel bestehen, daß wir eine Gruppe vor uns haben.

Davies [85] zu 15.1 bzw. 18.1 V., von Found [91] zu 15.6 V., von Rentschler [88] zu 17 V., von Hodgson und Palmer [95] zu 16.6 V. angegeben wird, Werte, die Stead und Gossling [94] für zu hoch halten. Man vergleiche auch Mc Lennan. Mit dem Werte von Horton und Davies stimmt die ultraviolette Emissionsgrenze nach Lyman ziemlich überein. Déjardin [100] findet das Ionisationspotential in der Nähe von 15 Volt, das Anregungspotential etwa 16.2 Volt. Bei dieser Ionengeschwindigkeit erscheinen die stärksten Linien des roten Spektrums im Blau. Bei langer Exposition fanden sich schon Spuren dieser Linien bei 15—16 V. Das blaue Spektrum erscheint nach demselben Autor erst bei höherer Voltzahl, etwa 34 V. Es sollen vorzugsweise die „zweiwertigen" Linien Starks auftreten, während die Mehrzahl der „dreiwertigen" erst bei 40 V. auftreten soll. Alle diese Angaben sind indes höchst unsicher, da die Zahlen sich mit Änderung der Stromstärke völlig ändern. Eine genauere Untersuchung unter Berücksichtigung der gesetzmäßigen Beziehungen erscheint sehr erwünscht.

ALDEBARANIUM (Ad).

Siehe Neo-Ytterbium.

SILBER (Ag = 107.88, Z = 47).

Literatur.

[73] L. Janicki, Die Beschaffenheit der Spektrallinien der Elemente. I. Ann. d. Phys. (4) **29** p. 833—868 (1909). Feinstruktur.

[74] Fr. Handke, Untersuchungen im Gebiete der Schumann-Strahlen. Dissert. Berlin 1909. Berlin bei Gebr. Hartkopf. 41 pp.

[75] J. M. Eder und E. Valenta, Wellenlängenmessungen im sichtbaren Bezirk der Funkenspektren. Wien. Ber. **118** IIa p. 1077—1100 (1909).

[76] F. Paschen, Zur Kenntnis ultraroter Linienspektra. III. Ann. d. Phys. (4) **33** p. 717—738 (1910).

[77] H. H. Randall, Zur Kenntnis ultraroter Linienspektra. Ann. d. Phys. (4) **33** p. 739—746 (1910). Astrophys. J. **34** p. 1—20 (1911).

[78] P. Joye, Influence de l'intensité maximum du courant sur le spectre de la décharge oscillante. Ann. chim. et phys. (8) **21** p. 148—197 (1910). Einfluß der Selbstinduktion.

[79] W. G. Duffield, The effect of pressure upon arc spectra. Phil. Trans. A. **211** p. 33—72 (1911). Druckverschiebung.

[80] F. L. Wagner, Das ultraviolette Funkenspektrum der Luft. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. **10** p. 69—89 (1911). Funkenspektrum.

[81] F. J. Kasper, Messungen am Silberspektrum. Dissert. Bonn 1911. Zs. f. wiss. Photogr. **10** p. 53—62 (1911).

[82] B. Dunz, Bearbeitung unserer Kenntnisse von den Serien. Dissert. Tübingen 1911. Tübingen bei Laupp, 69 pp. — Buch. S. Hirzel, Leipzig 1911.

[83] Fr. Exner und E. Haschek, Die Spektren der Elemente bei normalem Druck. 2. Aufl. 3 Bände. Leipzig und Wien bei Deuticke. 1911—1912.

[84] H. Oellers, Beschaffenheit und Verteilung der Emission im Bogenspektrum verschiedener Metalle. Dissert. München 1912. Zs. f. wiss. Photogr. **10** p. 374—392, 393—432 (1912).

[85] H. Hertenstein, Die Spektren der Lichtbogenaureole. Zs. f. wiss. Photogr. **11** p. 69—87, 119—132 (1912).

[86] Ch. Wali-Mohammad, Untersuchungen über Struktur und magnetische Zerlegung feiner Spektrallinien im Vakuumlichtbogen. Dissert. Göttingen 1912. Ann. d. Phys. (4) **39** p. 225—250 (1912).

[87] G. A. Hemsalech, Sur les vitesses relatives des vapeurs lumineux de divers éléments dans l'étincelle électrique. C. R. **154** p. 872—874 (1912).

[88] H. Lehmann, Ultrarote Emissionsspektra. Ann. d. Phys. (4) **39** p. 53—79 (1912).

[89] Sir W. N. Hartley and H. W. Moss, On the ultimate lines and the quantities of the elements producing these lines, in spectra of the oxyhydrogen flame and spark. Proc. Roy. Soc. A. **87** p. 38—48 (1912).

[90] H. Könemann, Die Verteilung der Emission im Bogen zwischen Metallstäben für Wellenlängen unterhalb λ 4000. Dissert. Münster 1913. Zs. f. wiss. Photogr. **12** p. 65 bis 76, 123—143 (1813).